



TITLE:

Tutoring System for Smartphone Text Input
for Older Adults using Statistical Stumble
Detection(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Hagiya, Toshiyuki

CITATION:

Hagiya, Toshiyuki. Tutoring System for Smartphone Text Input for Older Adults using
Statistical Stumble Detection. 京都大学, 2018, 博士(情報学)

ISSUE DATE:

2018-03-26

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21207>

RIGHT:

(続紙 1)

京都大学	博士（情報学）	氏名	萩谷俊幸
論文題目	Tutoring System for Smartphone Text Input for Older Adults using Statistical Stumble Detection （統計的つまずき検出を用いた高齢者のためのスマートフォンテキスト入力チュータリングシステム）		
(論文内容の要旨)			
<p>Many older adults are interested in smartphones which offer opportunities to improve their lives. However, most of them encounter difficulty in text input, which is essential for various applications. This difficulty makes some older adults to give up using a smartphone and go back to their old feature phone. This creates a digital divide even between those of the same generation. Therefore, providing appropriate support for text input is very important.</p> <p>The goal of this study is to propose and develop a tutoring system for text input that can perform the role of a human tutor who suggests what the next operation should be, exactly when necessary. The tutoring system automatically detects input stumbles and provides instructions that help users to resolve the stumbles by themselves. This study addresses three scenarios of the tutoring system. The first is a typing practice application with which users input presented texts. In the second scenario, the system is extended to allow free text input for daily use. Finally, the modality of input is extended to include voice input.</p> <p>A common approach is adopted in these three scenarios. First, a user study is conducted to collect input data of older adults, which are used to identify and classify input stumbles. Then, statistical machine learning is conducted to build an automatic stumble detector. Finally, instructions for detected stumbles are designed to develop a tutoring system, and an evaluation experiment is conducted with older adults.</p> <p>Chapter 1 introduces the background, the problems and the approaches presented in the thesis.</p> <p>Chapter 2 reviews text input methods and support technologies that enhance accessibility to older adults.</p> <p>Chapter 3 describes an assistive typing practice application as the initial step in this study. First, the problems which novice older adults encounter when inputting presented sentences using a software keyboard are investigated. Ten classes of stumbles are identified by a decision tree with precision of 98% (F-measure 94%). Next, the acceptability of the instructions provided for the stumbles is confirmed by a Wizard-of-Oz (WoZ) manner. Then, the assistive typing application is implemented. An evaluation experiment with novice older adults showed that by using the system, the typing speed measured by the characters per minute (CPM) is increased by 17.2%, and the stumble ratio with respect to chances for stumbles is</p>			

reduced by 59.1% from the users' initial rate.

Chapter 4 presents Typing Tutor, an individualized tutoring system that allows free text entry. First, a user study is conducted to clarify the problems when inputting free text, and 23 stumble classes are defined. In addition, the relationship between the input stumbles and the user's skill level is analyzed. Second, several statistical machine learning methods are compared. As a result, SVM achieves the best performance on the input stumble detection (precision of 90%; F-measurer of 70%) and the skill level classification (accuracy of 88%), which are used to build the Typing Tutor. The effect of the Typing Tutor was evaluated in two-week field trials by older adults. The result demonstrates that the system significantly reduced the number of stumbles and improved the text input speed, especially in the initial stage of usage. Furthermore, the applicability of the statistical input detection to other keyboards and languages is discussed with the QWERTY layout for Japanese and English.

Chapter 5 presents a tutoring system for voice input. With the same approach as the software keyboard input, classification of input stumbles and construction of a tutoring system are conducted. In this scenario, eleven classes are identified by a decision tree with precision of 83% (F-measure of 73%). In an evaluation experiment, the number of input stumbles and the sentence completion time were significantly reduced when subjects used the tutoring system compared to those who did not use the system.

Chapter 6 concludes the thesis and provides a brief outlook of future work.

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し

審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

高齢者がスマートフォンを使用するに際して、最も大きな課題の一つがテキスト入力である。本論文は、ソフトキーボード入力と音声入力を対象として、高齢者がつまずく点を分析した上で、それを自動検出する方法、及びリアルタイム教示（チュータリング）を行うシステムに関する研究をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

1. 提示文を入力する練習アプリにおいて、高齢者がつまずく点を10種類に分類し、決定木学習により98%の精度（F値は94%）で検出できることを示した。これに基づいてチュータリングを行うシステムを実装・評価した結果、文字入力速度の増加とつまずき割合の減少を確認した。
2. 自由に文章を入力する設定で、高齢者がつまずく点を上記よりも細かく分類し、23クラスを設定した。また、スキルレベル（5段階）とつまずき割合との関係も分析した。SVMを用いた統計的学習により、スキルレベル判定は88%の正解率、つまずき検出は90%の精度（F値は70%）でできることを示した。これらに基づいてチュータリングを行うシステムを実装し、2週間にわたり試験評価した結果、教示がない場合と比べて有意につまずき回数が減少し、入力速度が速くなることが示された。
3. 音声入力を行う設定で、高齢者がつまずく点を11種類に分類し、決定木学習により83%の精度（F値は73%）で検出できることを示した。これに基づいてチュータリングを行うシステムを実装・評価した結果、つまずき回数と入力時間の削減を確認した。

以上のように本論文は、高齢者のテキスト入力におけるつまずきを明らかにした上で、統計的手法により高い精度で検出できることを示し、実際に高齢者向けのシステム展開まで提示したもので、学術上・実用上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年 2月23日に論文とそれに関連した内容に関する口頭試問を行った結果、合格と認めた。

注) 論文審査の結果の要旨の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。
更に、試問の結果の要旨（例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。」）を付け加えること。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。
要旨公開可能日： 年 月 日以降